

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід Бачурін

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОК 18 ДИСКРЕТНІ СТРУКТУРИ І АЛГОРИТМИ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальності **121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки**  
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма **Інженерія програмного забезпечення, Комп'ютерні науки**  
(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Дрогобич – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Дискретні структури і алгоритми» для здобувачів вищої освіти за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення», 122 Комп'ютерні науки

26 серпня 2024 року. – 9с.

Розробник:

Назарова І.А., к.т.н., доцент кафедри ПМІ, доцент



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики

Протокол №8 від “ 30 ” серпня 2024р.

Завідувач кафедрою прикладної математики та інформатики

\_\_\_\_\_  
(підпис)

( Маслова Н.О. )  
(прізвище та ініціали)

30.08.2024р.

Схвалено науково-методичною комісією галузі знань 12 Інформаційні технології

Протокол № 12 від “ 2 ” 09 2024р.

Голова

\_\_\_\_\_  
(підпис)

( Башков Є.О. )  
(прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Нормативна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	
лекції:	48	
лабораторні заняття:	32	
самостійна робота:	70	
Форма підсумкового контролю	Екзамен / диф. залік	
Дисципліну викладають	Викладач Назарова І.А. <a href="mailto:iryna.nazarova@donntu.edu.ua">iryna.nazarova@donntu.edu.ua</a>	

**Передумови для вивчення дисципліни:** успішному вивченню дисципліни «Дискретні структури і алгоритми» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Вища математика», «Дискретний аналіз», «Програмування».

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Дискретні структури і алгоритми» має своєю метою формування знань та вмінь студента в області теорії графів та аналітичної теорії алгоритмів, оцінюванні складності алгоритмів, що є фундаментальними для розробки та аналізу алгоритмів, оцінки їх ефективності та визначення існування алгоритму для розв'язання реальних складних задач.

### 121 Інженерія програмного забезпечення»

#### Компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

#### Програмні результати навчання:

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР10. Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.

### 122 Комп'ютерні науки

#### Компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК03. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення і аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

ФК04. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

ФК08. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

### **Програмні результати навчання:**

ПРН1. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

## **3. Очікувані результати навчання**

Основними результатами опанування дисципліни «Дискретні структури і алгоритми» є:

- оволодіння основними поняттями теорії неорієнтованих графів: повні, пусті та дводольні графи, ступені вершин графу, лема про рукоятискання, підграфи, ізоморфізм та ізоморфна вкладеність;
- оволодіння поняттями незалежна множина, максимальна та найбільша, число незалежності графу, кліка, максимальна та найбільша кліки, щільність графу, домінуюча множина, мінімальна та найменша, число домінування графу;
- оволодіння поняттями маршрути та зв'язність у неорієнтованих та орграфах, метричні характеристики неорієнтованих графів, вершинна та реберна зв'язність, алгоритми пошуку найкоротших маршрутів;
- оволодіння поняттями про дерева та остови, алгоритми пошуку остову мінімальної ваги, Прима та Краскала;
- оволодіння поняттями про ейлереві та гамільтонові графи, критерій Ейлера, алгоритм Флері, достатні умови гамільтоновості графу, алгоритм Робертса-Флореса, дерево повного перебору, розв'язання задач китайського поштаря та комівояжера;
- оволодіння поняттями про вершинне та реберне розфарбування графів, хроматичне число та індекс, оцінки хроматичного числа графу, гіпотеза про 4 фарби, теорема про 5 фарб, алгоритми розфарбування;
- оволодіння поняттями про планарні та плоскі графи, алгоритм плоскої укладки та критерії планарності Вагнера та Понтрягина-Куратовського.
- опанування загальними положеннями теорії рекурсивних функцій, застосування тези Черча про еквівалентність частково-рекурсивних функцій та алгоритмів;
- застосування аналітичної моделі алгоритму у вигляді класичної машини Тюрінга (КМТ), визначення та способи опису КМТ, оволодіння програмуванням на багатострічковій машині Тюрінга та особливості роботи з нею, застосування тези Тюрінга-Поста;

- визначення Марковської підстановки, нормального алгоритму Маркова, принцип нормалізації;
- оволодіння основами теорії складності алгоритмів, класи алгоритмів за тимчасовою складністю, поліноміальні алгоритми та NP-повні задачі, постановка задачі про алгоритмічну нерозв'язність.

#### **Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:**

- застосовувати основні положення теорії неорграфів та орграфів, визначати ізоморфізм та ізоморфну вкладеність для графів, ступені вершин графів, задавати графи у вигляді матриць суміжності та інцидентності;
- генерувати усі максимальні незалежні множини та кліки, а також мінімальні домінуючі множини для неорграфів, обчислювати числа незалежності та домінування, щільність графів;
- визначати зв'язність неорграфів та генерувати компоненти зв'язності, виявляти маршрути різних типів у неорграфах та обчислювати їх метричні характеристики, обчислювати числа вершинної та реберної зв'язності;
- знаходити найкоротші маршрути на основі алгоритмів Дейкстри, Форда та Флойда;
- для орграфів виявляти тип зв'язності: сильна, одностороння та слабка, генерувати конденсацію, базу та антибазу;
- генерувати абстрактні та помічені дерева, визначати остови найкоротших маршрутів за алгоритмами Прима та Краскала;
- визначати планарність графів із застосуванням критеріїв Вагнера та Понтрягина-Куратовського, обчислювати числові характеристики непланарних графів, будувати плоску укладку планарних графів;
- виявляти ейлереві та гамільтонові графи, генерувати ейлереві та гамільтонові маршрути у графах, розв'язувати задачі китайського поштаря та комівояжера;
- визначати хроматичне число та індекс графу, будувати оптимальні чи субоптимальні вершинне та реберне розфарбування.
- застосовувати основні положення теорії рекурсивних функцій;
- доводити примітивну-рекурсивність арифметичних числових функцій, операторів, предикатів та відношень, застосовувати оператори примітивної рекурсії та мінімізації;
- реалізовувати абстрактні моделі алгоритмів у вигляді класичної та багатострічкової машин Тюрінгу;
- реалізовувати абстрактні моделі алгоритму як нормальні алгоритми Маркова;
- оцінювати тимчасову та ємнісну складність алгоритмів, та клас алгоритму в існуючій системі класифікації.

#### **4. Засоби діагностики результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- іспит;
- курсова робота;
- лабораторні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань.

## 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Максимальний бал, визначений схемою оцінювання, наведеною нижче, можливо отримати за умови своєчасного та правильного виконання завдань. За наявності помилок або при несвоєчасному виконанні оцінка знижується до 60% від максимальної.

Лр.1	Лр.2	Лр.3	Лр.4	Лр.5	Лр.6	Лр.7	Лр.8	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
5	5	5	5	5	5	5	5	40	60	100
3	3	3	3	3	3	3	3	24		

Примітки:

1) Лр.1, Лр.2 і т.д. – лабораторні роботи;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоєчасному виконанні)

### Курсова робота

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист проекту	Сума
30	10	60	100

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка		
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту (роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)	Для заліку
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

**Тема 1.** Основи теорії неорієнтованих графів. Підграфи. Ізоморфізм та ізоморфна вкладеність. Повні, пусті та дводольні графи. Незалежні та домінуючі множини вершин. Кліки графу.

**Тема 2.** Маршрути та зв'язність. Метричні характеристики неорграфів. Вершинна та реберна зв'язність. Алгоритми Дейкстри, Форда та Флойда пошуку найкоротших маршрутів.

**Тема 3.** Дерева та остови. Теорема про визначення дерева. Остов найкоротших маршрутів. Алгоритми Прима та Красскала.

**Тема 4.** Ейлерові та гамільтонові графи. Критерій Ейлера. Алгоритм Флері. Дерева повного перебору. Алгоритм Робертса-Флореса. Задачі китайського поштаря та комівояжера.

**Тема 5.** Орієнтовані графи. Сильні, односторонні та слабкі оргграфи. Конденсація, база та антибаза оргграфів. Ядро графа.

**Тема 6.** Плоскі та планарні графи. Критерії планарності Вагнера та Понтрягіна-Куратовського. Числові характеристики непланарних графів.

**Тема 7.** Розфарбування графів. Вершинне та реберне розфарбування. Хроматичне число та індекс. Верхні та нижні оцінки хроматичного числа графу. Алгоритми розфарбування. Задача про чотири та п'ять фарб.

**Тема 8.** Теорія алгоритмів. Рекурсивні функції. Класична машина Тюрінгу (КМТ). Багатострічкова МТ. Теза Тюрінгу.

**Тема 9.** Теорія алгоритмів. Нормальні алгоритми Маркова (НАМ). Принцип нормалізації. Основи теорії складності та алгоритмічної нерозв'язності.

## 6.2. Теми практичних (семінарських) занять

Не передбачено навчальним планом

## 6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Теми 1. Підграфи та ізоморфізм	4	
2	Тема 2. Маршрути та зв'язність	4	
3	Тема 3. Дерева та остови	4	
4	Тема 4. Ейлереві та гамільтонові графи	4	
5	Тема 5. Орграфи	4	
6	Тема 6-7. Планарність та розфарбування	4	
7	Тема 8. Теорія алгоритмів. Класичні машини Тюрінга	4	
8	Тема 9. Нормальні алгоритми Маркова	4	
	<b>Усього годин</b>	32	

## 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Основи теорії неорієнтованих графів. Ізоморфізм та ізоморфна вкладеність. НМВ, кліки, ДМВ. Операції над графами.	10	
2	Тема 2. Маршрути в неорграфах. Метричні характеристики неорграфів. Вершинна та реберна зв'язність. Алгоритми Дейкстри, Форда та Флойда.	5	
3	Тема 3. Дерева та остови. Остов найкоротших маршрутів. Алгоритми Прима та Краскала. Алгоритми генерації абстрактних дерев.	5	
4	Тема 4. Ейлереві та гамільтонові графи. Алгоритм Флері. Дерева повного перебору. Алгоритм Робертса-Флореса. Алгоритми пошуку розв'язання задач китайського поштаря та комівояжера.	5	
5	Тема 5. Орієнтовані графи. Алгоритми пошуку сильних компонент орграфу, побудови конденсації, визначення бази та антибази.	10	
6	Тема 6. Планарність. Критерії планарності Вагнера та Понтрягіна-Куратовського. Числові характеристики непланарних графів. Алгоритм плоскої укладки.	10	
7	Тема 7. Розфарбування графів. Вершинне та реберне розфарбування. Хроматичне число та індекс. Верхні та	10	

	нижні оцінки хроматичного числа графу. Оптимальні та субоптимальні алгоритми розфарбування.		
8	Тема 8. Теорія алгоритмів. Властивості алгоритмів. Рекурсивні функції (ПРФ, ЧРФ та загально-рекурсивні функції). Тезис Черча.	5	
9	Тема 9. Нормальні алгоритми Маркова, принцип нормалізації. Тимчасова та емнісна складність алгоритмів. Класифікація алгоритмів за складністю.	10	
	<b>Усього годин</b>	70	

### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання курсової роботи за дисципліною «Дискретні структури і алгоритми» за темою «Розробка алгоритмічно-програмних доданків для розв'язання задач на дискретних структурах». Метою виконання курсової роботи є засвоєння теоретичних знань та отримання практичних навичок у розробці алгоритмічного та програмного забезпечення для проектування та реалізації додатків для вирішення завдань, що використовують дискретні моделі.

Індивідуальні варіанти для виконання КР вибираються за списком студентів з переліку (див. пункт 7.3 №1 ).

## 7. Література

### 7.1. Основна

1. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика: Підручник. Львів: Магнолія, 2016. 432 с.
2. Susanna S. Epp. Discrete Mathematics with Application Metric. Edition: Brooks, 2019. 984p.
3. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Introduction to algorithms, fourth edition. The MIT press, 2022. 1312p.
4. Бородкіна І.Л., Бородкін Г.О. Теорія алгоритмів: Навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 184 с.
5. Levin O. Discrete mathematics. An open introduction. 12th Media Services, 2016. 246p.

### 7.2 Допоміжна

1. Ільман В.М., Іванов О.П., Панік Л.О. Алгоритми, дані і структури. Дніпропет. нац. ун-т заліз. трансп.ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2019. 134 с.
2. Петрова О.О. Тексти лекцій з дисципліни «Теорія алгоритмів». Харків: ХНУБА, 2017. 36 с.
3. Стусь О. В. Математична логіка та теорія алгоритмів: Лекції: навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз». КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 150 с.
4. Kenneth H. Rosen Discrete Mathematics and Its Applications 2019 by McGra. Hill Science, 928 p.
5. Назаолва І.А. Схемоконспект лекцій з навчальної дисципліни «Дискретна математика» для студентів всіх форм навчання галузі знань 12 Інформаційні технології [Електронний ресурс]. - Луцьк, 2023. 385 с. <http://lc.donntu.edu.ua/elcat/download3/22542>

### 7.3 Методична

1. Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту за курсом “Дискретні структури і алгоритми” освітнього ступеню «Бакалавр» спеціальності 121 Інженерія



програмного забезпечення денної форми навчання [Електронний ресурс]. Покровськ, 2021. 35 с.  
<http://lc.donntu.edu.ua/elcat/download3/21789>

2. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи за курсом «Дискретні структури і алгоритми» [Електронний ресурс]: для бакалаврів, що навчаються за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека усіх форм навчання. Луцьк, 2023. 80с.  
<http://lc.donntu.edu.ua/elcat/download3/22539>

3. Методичні вказівки до самостійної роботи за курсом "Дискретна математика" [Електронний ресурс]: для студентів, що навчаються за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека денної форми навчання. Покровськ, 2019. 105 с.  
<http://lc.donntu.edu.ua/elcat/download3/21337>

## 8. Інформаційні ресурси

1. Редактор графів URL: [https://csacademy.com/app/graph\\_editor/](https://csacademy.com/app/graph_editor/)
2. Graphviz. Graph Visualization Software. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Graphviz>
3. Машина Тюрінга. URL:  
<https://www2.cs.duke.edu/cs212/jflap/tutorial/fa/createfa/fa.html#definition>,  
<https://plato.stanford.edu/entries/turing-machine/>
4. Нормальні алгоритми Маркова URL:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Markov\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Markov_algorithm), <https://sourceforge.net/projects/markov/>
5. Online Turing Machine Simulator. Interactive Turing machine simulator. Use a simple language to create, compile and run your Turing machines save and share your own Turing machines. URL: <https://turingmachinesimulator.com/>